

П.В. Выборнов, В.В. Татур

Двухполярный полупроводниковый источник накачки CuBr-лазера со схемой управления на базе микроконтроллера

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 15.11.2005 г.

Описано устройство управления полупроводниковыми коммутаторами в двухполярном источнике накачки лазера на парах бромида меди с использованием новейшего микроконтроллера фирмы «Atmel Corporation».

Введение

На протяжении последнего десятилетия основной технической базой автоматизации в области управления являются специализированные микропроцессорные системы [1, 2]. Это обусловлено их высокой гибкостью, возможностью быстрой перенастройки при необходимости даже значительных изменений алгоритмов управления. Более того, микропроцессор (МП), который является центральным модулем системы, позволяет легко реализовать принципы открытых систем, функциональные возможности которых могут наращиваться по мере необходимости или по мере появления новых технических средств. Тем самым обеспечивается соответствие технического уровня микропроцессорных систем управления самым современным требованиям в течение длительного времени.

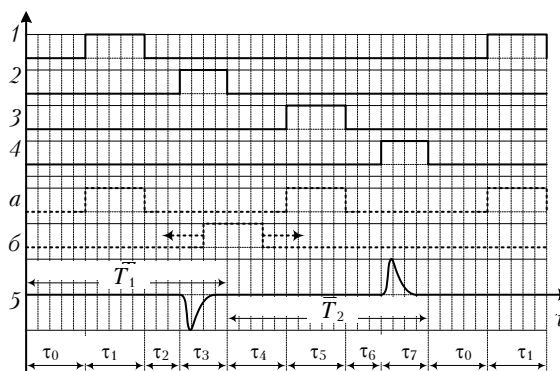
Наиболее распространенным и широко используемым классом специализированных микропроцессоров по функциональному признаку на сегодняшний день являются микроконтроллеры (МК), представляющие собой микропроцессорную систему, ориентированную на реализацию алгоритмов цифрового управления различными объектами и процессами. Характерной особенностью структуры МК является размещение в пределах одного полупроводникового кристалла наряду с центральным процессором внутренней памяти и большого набора периферийных устройств. Это позволяет микроконтроллеру решать широкий круг задач в самых разных областях науки и техники.

Разработка двухполярного источника накачки лазера на парах бромида меди с использованием современных силовых транзисторов в качестве коммутаторов [3–5] и применение в нем новейших схемных решений предопределили переход на микроконтроллерные средства управления, расширив при этом функциональные возможности системы.

Отметим, что реализация всех задач, поставленных перед устройством управления в данном источнике накачки, не только возможна с помощью одного микроконтроллера, но и является наиболее оптимальным решением.

Постановка задачи и выбор микроконтроллера

Основной задачей микроконтроллера является формирование четырех сигналов управления 1–4 (рисунок) полупроводниковыми коммутаторами в двух каскадах зарядного и разрядного контуров двухполярного источника накачки лазера на парах бромида меди [5]. Причем для более эффективной работы схемы относительно ее временных параметров длительности импульсов и интервалов между ними должны задаваться независимо друг от друга.



Временная последовательность сигналов в схеме управления источником накачки

Дополнительными функциями устройства управления на базе микроконтроллера являются: отслеживание

состояния датчика, фиксирующего холостой ход в I и II каскадах разрядного контура, и датчика, фиксирующего короткое замыкание в I и II каскадах зарядного контура, а также осуществление защитных действий при их срабатывании; подсчет и хранение времени работы схемы.

Реализация вышеизложенных задач возможна микроконтроллером, выбор которого производится на основании следующих критериев:

- высокая производительность,
- выполнение большинства используемых команд за один машинный такт,
- количество портов ввода/вывода МК не менее девяти,
- количество портов ввода/вывода МК, имеющих функцию внешнего прерывания, не менее трех,
- наличие 8- и 16-разрядных таймеров;
- размер памяти данных не менее 2 Кбайт.

Согласно выдвинутым критериям выбора МК, а также с учетом потребительских и эксплуатационных характеристик, таких как наличие средств отладки и программного обеспечения, низкая стоимость, наиболее оптимальным является микроконтроллер ATtiny2313-20PI фирмы «Atmel Corporation».

Алгоритм работы микроконтроллера

Работа микроконтроллера в схеме управления разделена на два режима и осуществляется согласно программной реализации разработанного алгоритма.

В первом (начальном) режиме МК формирует последовательность сигналов управления 2 и 4 (см. рисунок) силовыми полупроводниковыми коммутаторами I и II каскада разрядного контура соответственно. При этом состоянии датчиков и время работы схемы не фиксируются.

Начальный режим необходим, поскольку в схеме формирования постоянных стабилизированных напряжений, осуществляющей питание двух каскадов зарядного контура двухполярного источника накачки лазера на парах бромиды меди, во избежание броска тока предусмотрен плавный заряд мощной конденсаторной батареи, требующий определенных затрат времени [5].

Переход во второй (основной) режим работы происходит по инициативе пользователя подачей управляющего сигнала, где уже микроконтроллером формируется последовательность сигналов управления 1, 2, 3 и 4 силовыми полупроводниковыми коммутаторами как I, так и II каскадов зарядного и разрядного контуров. Также включается подсчет времени работы схемы.

В результате поочередной работы каскадов зарядного и разрядного контуров на выходе источника накачки формируется двухполярный высоковольтный сигнал 5 (см. рисунок).

Если в основном режиме происходит срабатывание одного из датчиков, то микроконтроллер за время, равное двум машинным тактам, приостанавливает работу источника накачки путем блокирова-

ния двух сигналов управления 1 и 3 и сохраняет время, проработанное схемой. Срабатывание датчика, фиксирующего холостой ход в I и II каскадах разрядного контура (сигнал *a*, см. рисунок), возможно только в момент времени τ_1 и τ_3 , а датчика, фиксирующего короткое замыкание в I и II каскадах зарядного контура (сигнал *b*, см. рисунок), – в любой момент времени. Ложное срабатывание датчиков исключено.

В случае отсутствия сигналов с датчиков завершение работы схемы происходит повторной подачей управляющего сигнала пользователем. При этом микроконтроллер переходит в начальный режим работы и сохраняет время, проработанное схемой. Возобновить работу силовых узлов источника накачки возможно только после отключения питания МК и повторного включения.

Заключение

Применение микроконтроллера марки ATtiny2313-20PI фирмы «Atmel Corporation» в устройстве управления двухполярного полупроводникового источника накачки лазера на парах бромиды меди вместо используемых ранее микросхем логики позволило:

- снизить мощность потребления и уменьшить габариты схемы управления;
- сформировать последовательность импульсов управления (τ_1 , τ_3 , τ_5 и τ_7) и интервалов между ними (τ_0 , τ_2 , τ_4 и τ_6) с длительностями, не зависящими друг от друга, в диапазоне от 1 до 12 и от 1 до 50 мкс соответственно, кратными 0,1 мкс;
- при необходимости создавать на выходе источника как периодический $T_1/T_2 = 1$ (см. рисунок), так и аperiodический $T_1/T_2 \neq 1$ сигнал 5;
- производить подсчет и хранение времени работы схемы;
- использовать до четырех независимых датчиков, при срабатывании которых время реакции системы составляет 0,1 мкс.

По мнению авторов данной статьи, продемонстрированные возможности современных микроконтроллерных средств управления лишней раз доказали, что их использование в том или ином приборе не только способно улучшить технические и эксплуатационные характеристики последнего, но и в определенном смысле расширить круг экспериментальных исследований.

1. Арсеньев Ю.Н., Журавлев В.М. Проектирование систем логического управления на микропроцессорных средствах: Уч. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1991. 319 с.
2. Рождественский Д.А. Микропроцессорные устройства в системах управления: Уч. пособие. Томск: Том. межвуз. центр дистанц. образования, 2003. 130 с.
3. Ештушенко Г.С., Кашаев В.Ю., Паршина Н.В., Суханов Б.Ф., Татур В.В., Трифонов А.Н., Федоров В.Ф. CuBr-лазер с транзисторным коммутатором

- // Оптика атмосф. и океана. 2000. Т. 13. № 3. С. 265–266.
4. *Евтушенко Г.С., Кашаев В.Ю., Паршина Н.В., Суханов В.Б., Татур В.В., Тихомиров А.А.* Лазер на парах брома меди с транзисторным источником накачки // Приборы и техн. эксперим. 2002. № 4. С. 165.
5. *Выборнов П.В., Татур В.В.* Источник двухполярных высоковольтных наносекундных импульсов: Тезисы докл. // Междунар. научно-практ. конф. «Электронные средства и системы управления». Томск, октябрь, 2004. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2004. В 3 ч. Ч. 1. 238 с.

P.V. Vybornov, V.V. Tatur. **Bipolar microcontrollable power supply for CuBr-laser.**

A control circuit for a semiconductor switcher in a bipolar power supply for CuBr-laser, designed on the base of new Atmel Corporation microcontroller is described.